

09.4.2004

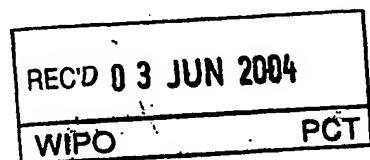
日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月21日
Date of Application:

出願番号 特願2003-012824
Application Number:
[ST. 10/C] : [JP2003-012824]



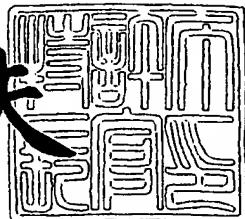
出願人 株式会社安川電機
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 5月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 14343
【提出日】 平成15年 1月21日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B25J 19/00
【発明者】
【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社
安川電機内
【氏名】 塙谷 和宏
【特許出願人】
【識別番号】 000006622
【氏名又は名称】 株式会社安川電機
【代表者】 中山 真
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 013930
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 産業用ロボットの減速装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロボット基台に対し位置固定された大歯車と、前記大歯車とかみ合い旋回胴部内に軸支された小歯車を持つ旋回軸（第1軸）減速装置において、

前記大歯車と前記小歯車を、第2軸（前後軸）の回転平面の近傍に配置したことを特徴とする産業用ロボットの減速装置。

【請求項 2】 ロボット基台に軸支された小歯車と、前記小歯車とかみ合い旋回胴部に対し位置固定された大歯車を持つ旋回軸（第1軸）減速装置において

前記大歯車と前記小歯車を、第2軸（前後軸）の回転平面の近傍に配置したことを特徴とする産業用ロボットの減速装置。

【請求項 3】 下腕に対し位置固定された大歯車と、前記大歯車とかみ合い旋回胴部内に軸支された小歯車を持つ前後軸（第2軸）減速装置において、

前記大歯車と前記小歯車を、上下軸（第2軸）の回転中心軸を通り、旋回軸旋回平面に平行な平面の近傍に配置したことを特徴とする産業用ロボットの減速装置。

【請求項 4】 大歯車中心部に貫通穴を有する請求項1または請求項2または請求項3に記載の産業用ロボットの減速装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、産業用ロボットの減速装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

産業用ロボット（以下ロボット）の関節部には一般的に減速装置が取り付けられている。この減速装置に求められる性能の中で、バックラッシュが少ないことが

最重要課題である。バックラッシの増加は、ロボットの動作軌跡精度や位置決め精度を劣化させる要因となっている。一方、適切なバックラッシ量は歯車対を正常に回転させるために必ず必要である。バックラッシが無い状態で運転された歯車は、設計想定値以上の曲げ応力を受け、所望寿命のはるか手前で折損故障をおこすことが知られている。このため、低バックラッシを要求されるロボット減速機としては最終減速段に歯車列を採用することは少なかった。適切なバックラッシ量の算出には、ギヤボックスの加工精度、ベアリングの回転精度、熱膨張等によるバックラッシ量の減少についての検討が必要であることは勿論であるが、ロボットが動作した場合の反作用力により、主軸受が弾性変形することによるバックラッシ量の減少についての考慮が必要である。

【0003】

以下、図5によりロボットに作用するモーメントについて説明する。ロボットが静止しているとき、各減速機構内蔵の主軸受84は、上腕AM2や負荷3などの位置や質量に応じた重力モーメントを負荷される。またロボット動作時には慣性力、遠心力等が発生し質量や加速度、速度等に応じた動的モーメントとして主軸受84に作用する。さらに、周辺ジグとの干渉が発生した場合、モータ最大トルクと減速比を乗じた回転トルクを発生させしめる力が干渉点に作用する。この作用力に相当する非常時モーメントもまた主軸受84に作用する。主軸受84は主にアキシアル負荷能力の高い円錐ころ軸受やアンギュラ軸受けが1対用いられる。主軸受84に作用した前記モーメントはラジアル荷重及びアキシアル荷重として作用する。結果的に主軸受84に弾性変形が生じ、大歯車100と小歯車103の軸間が移動することにより半径方向バックラッシが変化する。また、大歯車100と小歯車103の軸間がねじれることにより円周方向バックラッシが変化する。

【0004】

ロボットは任意の姿勢を取り得るが、前記モーメントが作用する方向は特定が可能である。旋回軸の主軸受84に作用する重力モーメントは常に前後軸の回転平面内に作用する。動的モーメント、非常時モーメントも前後軸、上下軸が動作する場合常に前後軸の回転平面内に作用する。旋回軸及び手首軸が動作する場合

については、前記前後軸の回転平面内に動的モーメントが作用しない場合があるが、その絶対値は小さく、前後軸、上下軸動作時の動的モーメントと比較して無視できる。次にロボットの作業姿勢は通常図6に示すエリアである。前後軸の主軸受は通常重力モーメントを負荷しない。前後軸及び上下軸動作時は、動的モーメント、非常時モーメントも負荷しない。旋回軸動作時のみ前記作業エリアを含む旋回平面内にモーメントが発生する。

【0005】

いま、図7に示す位置aに小歯車を配置し、大歯車と小歯車のそれぞれ中心を結ぶ方向と直角の向きにモーメントが作用した場合、円周方向バックラッシjtは歯車の幅をB、歯車の倒れ角をθとすると

$$jt=B\sin\theta \quad \dots(1)$$

となり円周方向バックラッシはこの分量減少する。このことは、予めこれら歯車にjt以上の円周方向バックラッシを付与しておく必要があることを示す。

【0006】

次に、この減速装置に求められる機能としては、特許文献1によれば図10のように中空構造が挙げられる。第1軸、第3軸の減速装置の中心部に貫通孔を設け、その中に線状体を配線しロボット各軸の動作範囲についての制約を大幅に緩和する方法が提案されている。第1軸減速機構12は、共に旋回胴部に軸支された大歯車小歯車と、回転型減速機で構成されている。前記回転型減速機の公知例としては特許文献2によれば図9がある。主軸受84が内蔵されている実施例である。主軸受は、クランクシャフト30やニードルベアリング42の外周に配置する必要があるため、必要以上に外径が大きくなる。また、中空部を設ける場合には、更に大きなサイズの主軸受を採用する必要があり、重量増、コスト増をまねいていた。また、この実施例において、主軸受にモーメントが作用した場合を考えると、歯車29はクランクシャフト30が1回転する毎に、変心運動を行っている。この歯車29の減速比を1/60とすれば旋回軸が6度移動毎に歯車29は公転運動を繰り返す。よって、前記モーメントが作用する方向を必ず通過するため、歯車29にはjtに相当する円周方向バックラッシ量を付与する必要がある。

【0007】

【特許文献1】 特開平10-175188号公報

【特許文献2】 特公平8-22516号公報

【0008】**【発明が解決しようとする課題】**

主軸受に作用するモーメントに起因するバックラッシ量の減少を最低にし、予め付与すべきバックラッシ量を最小にするという課題を解決することにより、最適な負荷容量の主軸受を用いつつも、中心部に貫通穴を設けその中に線状体を配線しロボット各軸の動作範囲についての制約を大幅に緩和することが出来る、低成本な減速装置を提供することにある。

【0009】**【課題を解決するための手段】**

この発明は、上記課題を解決するための本発明は次のとおりである。

(1) ロボット基台に対し位置固定された大歯車と、前記大歯車とかみ合い旋回胴部内に軸支された小歯車を持つ旋回軸（第1軸）減速装置において、前記大歯車と前記小歯車を、第2軸（前後軸）の回転平面の近傍に配置したことを特徴とする産業用ロボットの減速装置。

(2) ロボット基台に軸支された小歯車と、前記小歯車とかみ合い旋回胴部に対し位置固定された大歯車を持つ旋回軸（第1軸）減速装置において、前記大歯車と前記小歯車を、第2軸（前後軸）の回転平面の近傍に配置したことを特徴とする産業用ロボットの減速装置。

(3) 下腕に対し位置固定された大歯車と、前記大歯車とかみ合い旋回胴部内に軸支された小歯車を持つ前後軸（第2軸）減速装置において、前記大歯車と前記小歯車を、上下軸（第2軸）の回転中心軸を通り、旋回軸旋回平面に平行な平面の近傍に配置したことを特徴とする産業用ロボットの減速装置。

(4) 大歯車中心部に貫通穴を有する(1)または(2)または(3)に記載の産業用ロボットの減速装置。

【0010】

上記(1)から(3)の減速装置では、図7に示す位置bに小歯車を配置し、

大歯車と小歯車のそれぞれ中心を結ぶ方向と同一の向きにモーメントが作用した場合と等価である。半径方向バックラッシ j_r は歯車の幅をB、歯車の倒れ角を θ とすると

$$j_r = B \sin \theta \quad \cdots (2)$$

となる。円周方向バックラッシ j_t' との関係は歯車圧力角を α とすると

$$j_t' = 2 \tan \alpha j_r \quad \cdots (3)$$

となる。バックラッシはこの分量減少するが、圧力角 α を14.5度とすると

$$j_t' = 2 \tan 14.5 B \sin \theta = 0.52 B \sin \theta \quad \cdots (4)$$

となり従来例(①)の約半分の円周方向バックラッシを予めこれら歯車に付与しておけば良いことが解る。次に、位置bからの角度 β だけ回転した位置cに小歯車を配置した場合、円周方向バックラッシ j_t'' は

$$j_t'' = B \sin \theta \cos \beta + 2 \tan \alpha B \sin \theta \sin \beta = B \sin \theta (\cos \beta + 2 \tan \alpha B \sin \beta) \cdots (5)$$

で表される。

$$Y = \cos \beta + 2 \tan \alpha B \sin \beta$$

とおき $\alpha = 14.5$ 度としてYと β の関係は図8となる。

よって β が0から0.61rad(0から35度)の範囲において $Y \leq 1$ となり、 j_t よりも j_t'' が小さくなることがわかる。本計算例は平歯車のもので有るが、はすば歯車等でも同様である。

【0011】

次に、(4)に記載の産業用ロボットの減速装置によれば、出力段が、歯車列を用いてバックラッシを小さくできる構成が可能となったことにより、回転型の減速機構と比較し、中心部は貫通穴しか無いので最適な負荷容量の主軸受を選定する事ができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

図1は本発明請求項1および4の実施例を示している。旋回軸駆動動作を可能とするため、旋回軸モータ13の回転をモータシャフト7を介し、入力小歯車22と入力大歯車25にて減速を行う。小歯車103は入力大歯車25に連結されている。この入力大歯車25は旋回胴部部材102、104に軸受け105によ

り軸支されている。さらに、ロボット基台10に支持され、出力シャフト33に連結された大歯車100とかみ合い、2段減速することにより構成されている。出力シャフト33と大歯車100は一体であっても良い。

【0013】

図2に示すように前記大歯車100と前記小歯車103を、第2軸（前後軸）の回転中心軸に対し直角に配置している。主軸受84の外輪は旋回胴部部材102、104に装着され、内輪はロボット基台10に固定された出力シャフト33に装着されている。主軸受84は対向する作用角をもつ2個の組み合わせで構成されるのが通常であり、モーメント荷重が作用すると主軸受内部が弾性変形を起こし、内輪中心と外輪中心のミスマライメントが生じる。上下軸、および前後軸から発生するモーメントは、出力シャフト33に対し、旋回胴部部材102、104の相対位置を変化させる。これは1つの軸受けでモーメント荷重を支持するクロスローラ軸受けでも同様である。よって、小歯車103は旋回胴部部材102、104に軸支されているため、大歯車100と小歯車103の軸間が変化する。

【0014】

いま小歯車103と大歯車100の中心を含む面内のみに前記モーメントは作用するので、大歯車100と小歯車103の円周方向バックラッシの変化量はその他の配置位置よりも小さくなる、小歯車103は、本発明の効果を得るために左右35度のどの位置に配置しても良い。減速装置の歯車列は2段（入力段と出力段）で構成されているが、3段以上でも同一である。

【0015】

大歯車100の中心部には線状体を配置するための貫通穴があいている。この場合線状体とは角軸駆動モータへの給電を行うケーブルCBであるが、他の目的の種々のケーブルや配管の類を含む1本の線状体または2本以上の線状体であってもかまわない。このような線状体の配置では、旋回に伴う干渉が全て排除されている。しかも、中空部の外周は主軸受外輪を固定するための出力シャフト33のみの配置で良いため、内輪の寸法に規制を受けず、必要最小限の軸受けを選定できるためコストダウンが可能となる。

【0016】

図3は本発明請求項3および4の実施例を示している。前後軸駆動動作を可能とするため、前後軸モータ23の回転をモータシャフト7aを介し、入力小歯車22aと入力大歯車25aにて減速を行う。小歯車103aは入力大歯車25aに連結されている。この入力大歯車25aは旋回胴部部材115、116に軸受け105aにより軸支されている。さらに、下腕AM1に支持され、出力シャフト33aに連結された大歯車100aとかみ合い、2段減速することにより構成されている。出力シャフト33aと大歯車100aは一体であっても良い。

【0017】

図3に示すように前記大歯車100aと前記小歯車25aを、第2軸（前後軸）の回転中心軸を含む旋回軸旋回平面と平行な平面内に配置している。主軸受84aの外輪は旋回胴部部材115、116に装着され、内輪は下腕AM1に固定された出力シャフト33aに装着されている。主軸受84aは対向する作用角をもつ2個の組み合わせで構成されるのが通常であり、モーメント荷重が作用すると軸受け内部が弾性変形を起こし、内輪中心と外輪中心のミスマライメントが生じる。旋回軸動作から発生するモーメントは、出力シャフト33aに対し、旋回胴部部材115、116の相対位置を変化させる。よって、小歯車103aは旋回胴部部材115、116に軸支されているため、大歯車100aと小歯車103aの軸間が変化する。ちなみに、上下軸および前後軸動作時、さらに前後軸及び上下軸静止時の発生する力によっては、主軸受84aにはほとんどモーメントは発生せず、無視できる値となる。これはロボットにおける前後軸及び上下軸の負荷分布は通常主軸受84aの作用線内または近傍にあるためである。

【0018】

いま小歯車103aと大歯車100aの中心を含む面内の近傍のみに前記モーメントは作用するので、大歯車100aと小歯車103aの円周方向バックラッシの変化量はその他の配置位置よりも小さくなる、小歯車103aは、本発明の効果を得るために左右35度のどの位置に配置しても良い。減速装置の歯車列は2段（入力段と出力段）で構成されているが、3段以上でも同一である。

【0019】

大歯車100aの中心部には線状体を配置するための貫通穴があいている。このような構成の配線では、前後軸旋回に伴う干渉が全て排除されている。しかも、中空部の外周は主軸受外輪を固定するための出力シャフト33aのみの配置で良いため、内輪の寸法に規制を受けず、必要最小限の軸受けを選定できるためコストダウンが可能となる。

【0020】

【発明の効果】

本発明の請求項1から3によれば、主軸受に作用するモーメントに起因するバックラッシ量の減少を最低にし、予め付与すべきバックラッシ量を最小にすることが出来る。この構成によれば最終段に歯車列を採用しても低バックラッシとなる。歯車列で構成すれば、本発明の請求項4により、主軸受中心部には貫通穴しか無くなり、最適な負荷容量の主軸受を用いつつも、貫通穴に線状体を配線しロボット各軸の動作範囲についての制約を大幅に緩和することが出来る。さらに、最適な容量の主軸受が選定できるので低コストな減速装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す側断面図

【図2】本発明の実施例1を示す要部断面図

【図3】本発明の実施例2を示す要部面図

【図4】本発明の実施例を示す正面図

【図5】バックラッシの減少について説明するための図

【図6】ロボットの主たる作業エリアを示す側面図

【図7】本発明に係る小歯車配置に関する斜視図とその断面図

【図8】本発明に係るバックラッシの低減効果に関する図

【図9】従来の減速装置に係る断面図

【図10】従来の実施例に係る要部断面図

【符号の説明】

3 負荷

7、7a モータシャフト

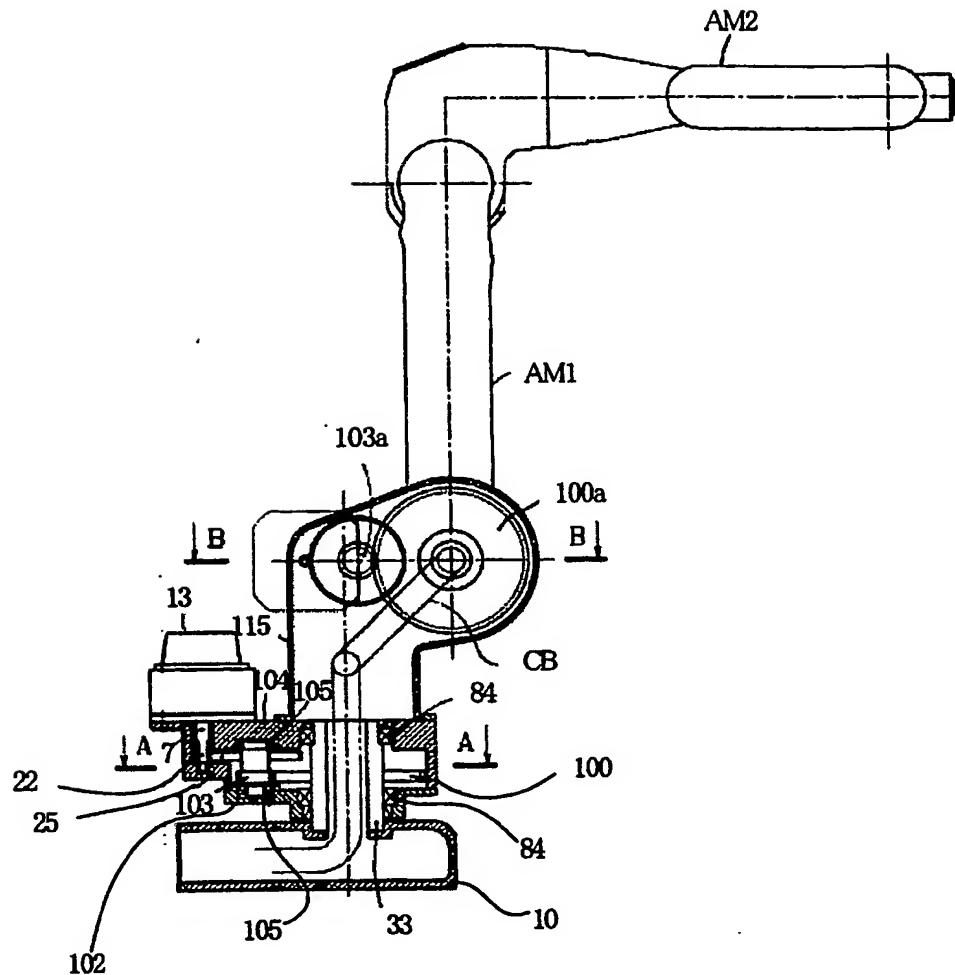
10 ロボット基台

13 旋回軸モータ
22、22a 入力小歯車
23 前後軸モータ
25、25a 入力大歯車
29 歯車
30 クランクシャフト
33、33a 出力シャフト
42 ニードルベアリング
84、84a 主軸受
100、100a 大歯車
102 旋回胴部部材
103、103a 小歯車
104 旋回胴部部材
105、105a 軸受
115 旋回胴部部材
116 旋回胴部部材
AM1 下腕
AM2 上腕
CB ケーブル（線状体）

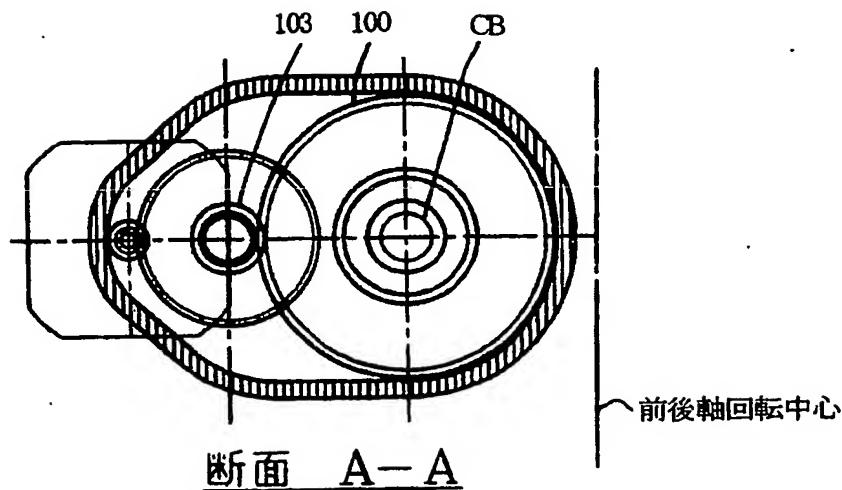
【書類名】

図面

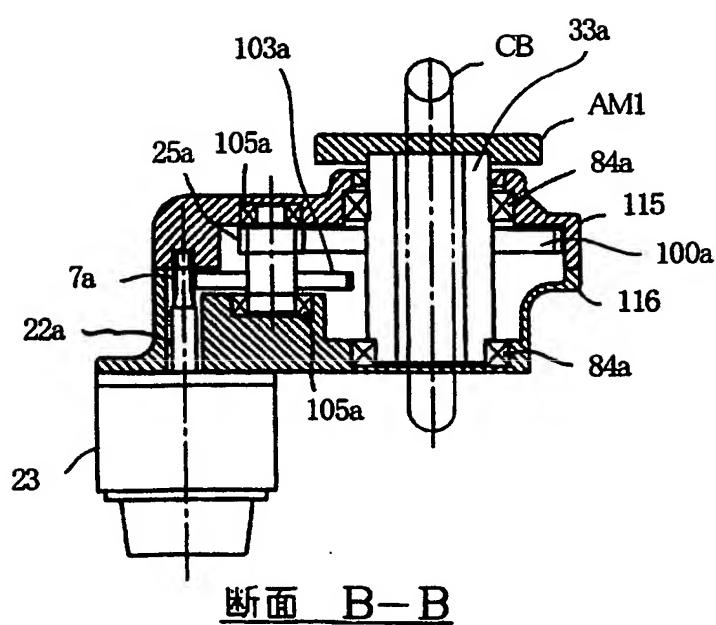
【図1】



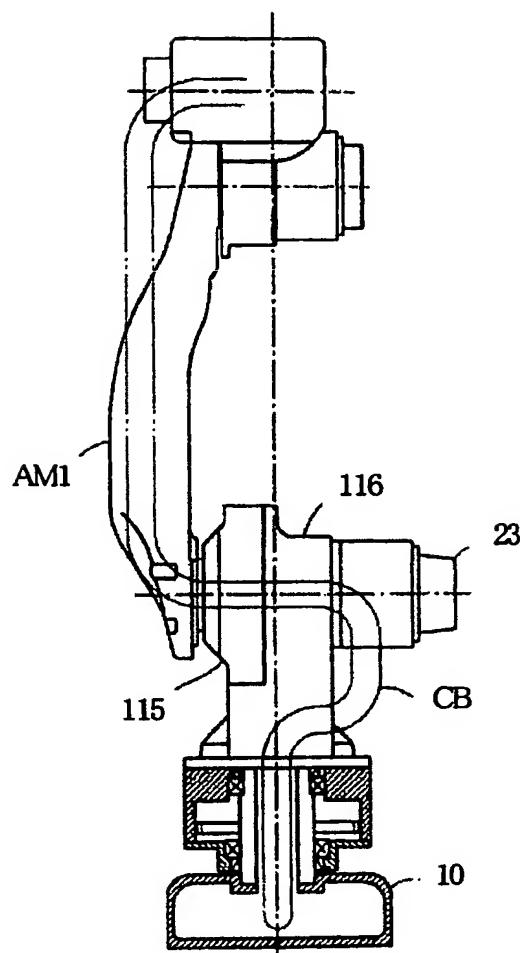
【図2】



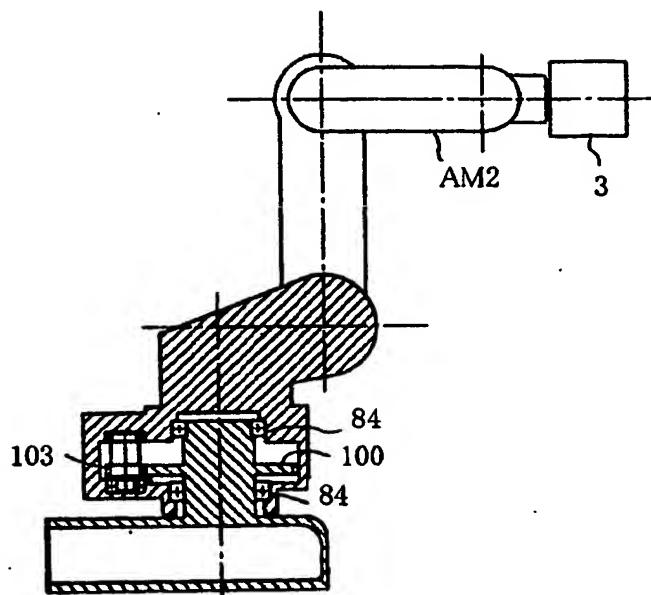
【図3】



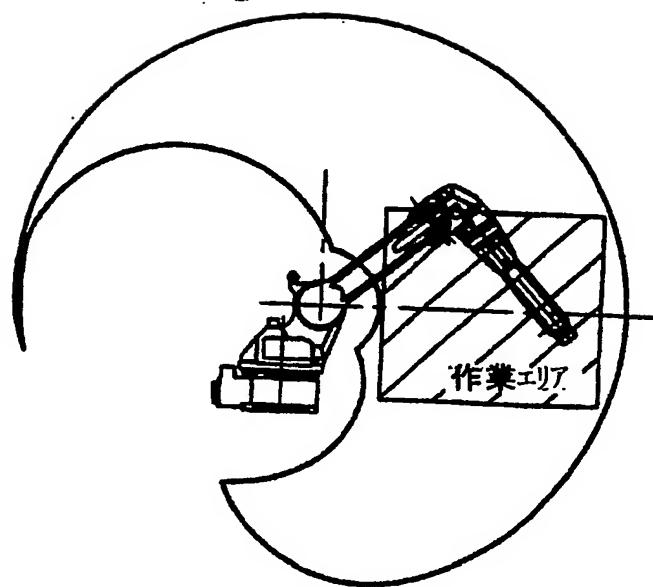
【図4】



【図 5】

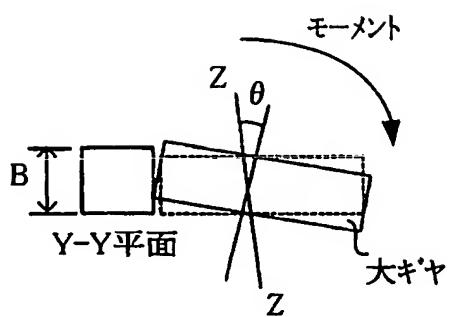


【図 6】

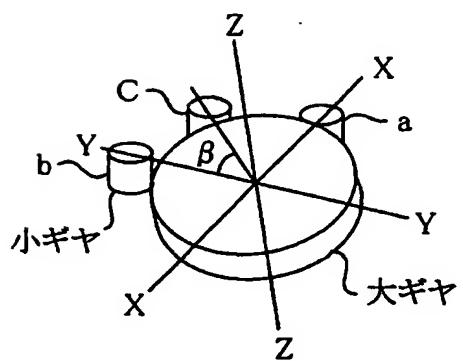


【図7】

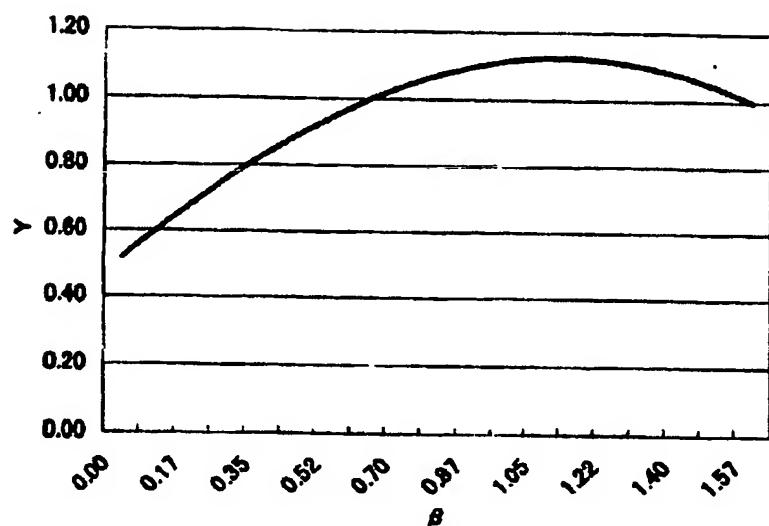
(a)



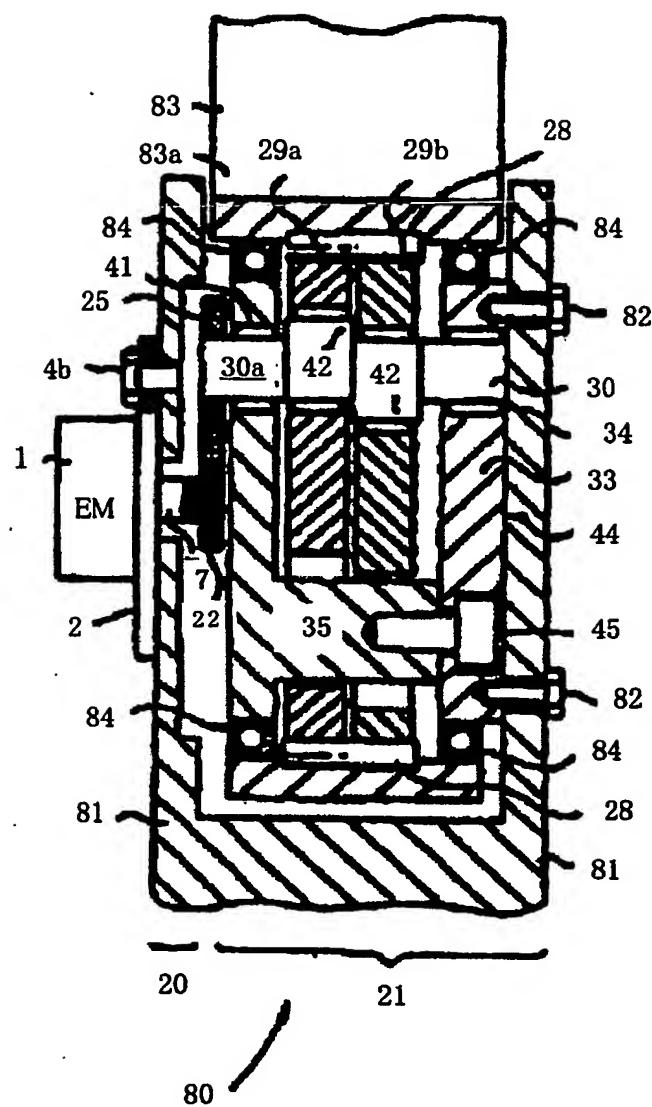
(b)



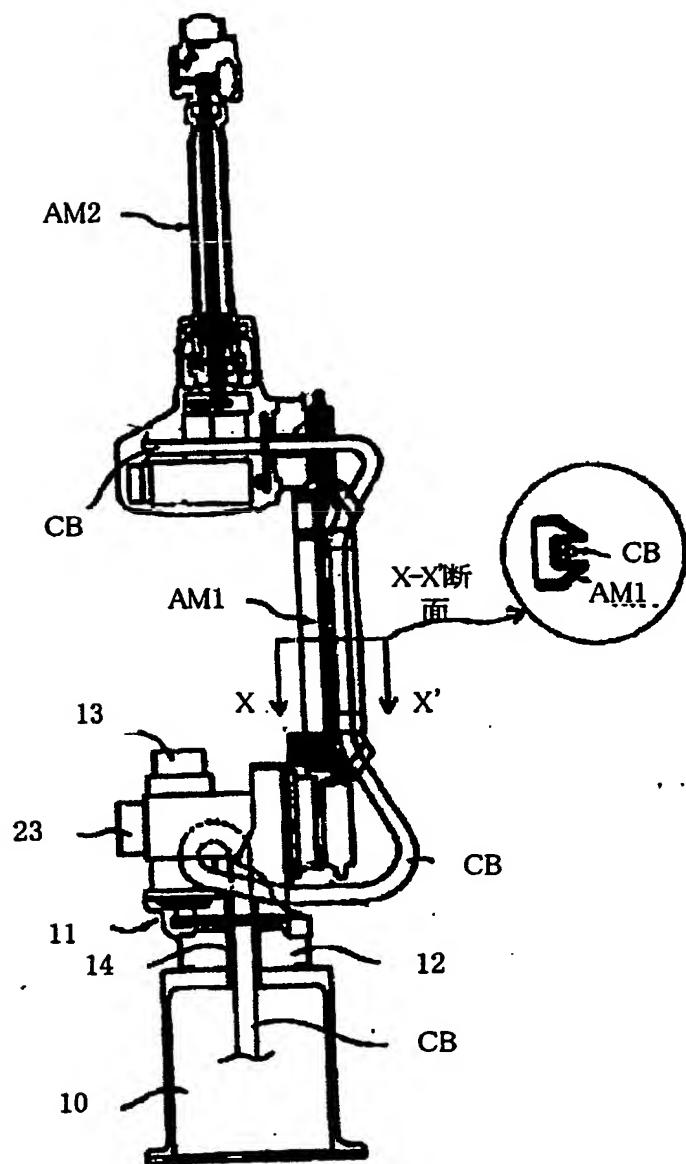
【図8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 最適な負荷容量の主軸受を用いつつも、中心部に貫通穴を設けその中に線状体を配線しロボット各軸の動作範囲についての制約を大幅に緩和する。

【解決手段】 ロボット基台10に対し位置固定された大歯車25と、大歯車25とかみ合い旋回胴部内に軸支された小歯車22を持つ旋回軸（第1軸）減速装置において、大歯車25と小歯車22を、第2軸（前後軸）の回転平面の近傍に配置する。また、ロボット基台10に軸支された小歯車22と、小歯車22とかみ合い旋回胴部に対し位置固定された大歯車25を持つ旋回軸（第1軸）減速装置において、大歯車25と小歯車22を、第2軸（前後軸）の回転平面の近傍に配置する。

【選択図】 図1

特願 2003-012824

出願人履歴情報

識別番号 [000006622]

1. 変更年月日 1991年 9月27日

[変更理由] 名称変更

住所変更

住 所 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
氏 名 株式会社安川電機